



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKA  
RETARDER Y SIKATARD EN LA RESISTENCIA A  
LA COMPRESIÓN, ASENTAMIENTO Y TIEMPO  
DE FRAGUADO DE UN CONCRETO  
 $F'C=210\text{KG/CM}^2$ , TRUJILLO 2021

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Br. Beto Alexis Quiroz Cerna

Asesor:

Mg. Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo - Perú

2021

## Tabla de contenidos

<b>ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS .....</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>62</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: HIPÓTESIS GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
TABLA 2: HIPÓTESIS ESPECIFICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	25
TABLA 3: VALORES PARA CALCULAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	27
TABLA 4: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	28
TABLA 5: CANTIDAD DE TESTIGOS A REALIZARSE.....	29
TABLA 6: CANTIDAD DE ENSAYOS PARA EL TIEMPO DE FRAGUADO .....	30
TABLA 7: CANTIDAD DE MUESTRA SEGÚN EL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO.....	33
TABLA 8: FACTOR DE SEGURIDAD PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ACI 211 .....	37
TABLA 9: CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES .....	41
TABLA 10: RESULTADO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON SIKARETARDER PE PARTE 1 .....	41
TABLA 11: RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON SIKARETARDER PE PARTE 2 .....	42
TABLA 12: RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON SIKATARD PE PARTE 1 .....	45
TABLA 13: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON SIKATARD PE PARTE 2.....	46
TABLA 14: ANÁLISIS DE COSTOS POR METRO CUBICO .....	49
TABLA 15: SLUMP O ASENTAMIENTO Y SUS CARACTERÍSTICAS Y/O APLICACIONES .....	52
TABLA 16: ANÁLISIS DE LA VARIANZA DEL SIKARETARDER PE A 3 DÍAS.....	53
TABLA 17: ANÁLISIS DE LA VARIANZA DEL SIKARETARDER PE A 7 DÍAS.....	54
TABLA 18: ANÁLISIS DE LA VARIANZA DEL SIKARETARDER PE A 28 DÍAS.....	54
TABLA 19: ANÁLISIS DE LA VARIANZA DEL SIKATARD PE A 3 DÍAS .....	55
TABLA 20: ANÁLISIS DE LA VARIANZA DEL SIKATARD PE A 7 DÍAS .....	55
TABLA 21: ANÁLISIS DE LA VARIANZA DEL SIKATARD PE A 28 DÍAS .....	55
TABLA 22: CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO FINO.....	62
TABLA 23: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO.....	62
TABLA 24: CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO GRUESO .....	63
TABLA 25: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO .....	64
TABLA 26: DISEÑO DE MEZCLA ACI-211 .....	65
TABLA 27: DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN .....	66
TABLA 28: DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN+0.10% SIKARETARDER PE .....	67
TABLA 29: DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN+0.15% SIKARETARDER PE .....	67
TABLA 30: DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN+0.20% SIKARETARDER PE .....	68
TABLA 31: DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN+0.25% SIKARETARDER PE .....	68
TABLA 32: DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN+0.30% SIKARETARDER PE .....	68
TABLA 33: DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN+0.35% SIKARETARDER PE .....	69

TABLA 34: DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN+0.10% SIKATARD PE.....	69
TABLA 35: DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN+0.15% SIKATARD PE.....	70
TABLA 36: DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN+0.20% SIKATARD PE.....	70
TABLA 37: DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN+0.25% SIKATARD PE.....	71
TABLA 38: DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN+0.30% SIKATARD PE.....	71
TABLA 39: DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN+0.35% SIKATARD PE.....	71
TABLA 40: TIEMPO DE FRAGUADO PATRÓN +0.10% SIKARETARDER PE.....	72
TABLA 41: TIEMPO DE FRAGUADO PATRÓN +0.15% SIKARETARDER PE.....	73
TABLA 42: TIEMPO DE FRAGUADO PATRÓN +0.20% SIKARETARDER PE.....	74
TABLA 43: TIEMPO DE FRAGUADO PATRÓN +0.25% SIKARETARDER PE.....	76
TABLA 44: TIEMPO DE FRAGUADO PATRÓN +0.30% SIKARETARDER PE.....	77
TABLA 45: TIEMPO DE FRAGUADO PATRÓN +0.35% SIKARETARDER PE.....	78
TABLA 46: TIEMPO DE FRAGUADO PATRÓN +0.10% SIKATARD PE .....	79
TABLA 47: TIEMPO DE FRAGUADO PATRÓN +0.15% SIKATARD PE .....	80
TABLA 48: TIEMPO DE FRAGUADO PATRÓN +0.20% SIKATARD PE .....	81
TABLA 49: TIEMPO DE FRAGUADO PATRÓN +0.25% SIKATARD PE .....	82
TABLA 50: TIEMPO DE FRAGUADO PATRÓN +0.30% SIKATARD PE .....	83
TABLA 51: TIEMPO DE FRAGUADO PATRÓN +0.35% SIKATARD PE .....	84
TABLA 52: ANÁLISIS DEL COSTO POR METRO CUBICO PATRÓN .....	85
TABLA 53: ANÁLISIS DEL COSTO POR METRO CUBICO PATRÓN+0.10% SIKARETARDER PE .....	85
TABLA 54: ANÁLISIS DEL COSTO POR METRO CUBICO PATRÓN+0.15% SIKARETARDER PE .....	86
TABLA 55: ANÁLISIS DEL COSTO POR METRO CUBICO PATRÓN+0.20% SIKARETARDER PE .....	87
TABLA 56: ANÁLISIS DEL COSTO POR METRO CUBICO PATRÓN+0.25% SIKARETARDER PE .....	88
TABLA 57: ANÁLISIS DEL COSTO POR METRO CUBICO PATRÓN+0.30% SIKARETARDER PE .....	89
TABLA 58: ANÁLISIS DEL COSTO POR METRO CUBICO PATRÓN+0.35% SIKARETARDER PE.....	90
TABLA 59: ANÁLISIS DEL COSTO POR METRO CUBICO PATRÓN+0.10% SIKATARD PE .....	90
TABLA 60: ANÁLISIS DEL COSTO POR METRO CUBICO PATRÓN+0.15% SIKATARD PE .....	91
TABLA 61: ANÁLISIS DEL COSTO POR METRO CUBICO PATRÓN+0.20% SIKATARD PE .....	92
TABLA 62: ANÁLISIS DEL COSTO POR METRO CUBICO PATRÓN+0.25% SIKATARD PE .....	93
TABLA 63: ANÁLISIS DEL COSTO POR METRO CUBICO PATRÓN+0.30% SIKATARD PE .....	94
TABLA 64: ANÁLISIS DEL COSTO POR METRO CUBICO PATRÓN+0.35% SIKATARD PE .....	95
TABLA 65: PRUEBA DE NORMALIDAD A 3 DÍAS SIKARETARDER PE .....	96
TABLA 66: PRUEBA DE NORMALIDAD A 7 DÍAS SIKARETARDER PE .....	96
TABLA 67: PRUEBA DE NORMALIDAD A 28 DÍAS SIKARETARDER PE .....	96
TABLA 68: PRUEBA DE NORMALIDAD A 3 DÍAS SIKATARD PE.....	97

Influencia de los aditivos Sika Retarder y SikaTard en la resistencia a la compresión, asentamiento y tiempo de fraguado de un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Trujillo 2021.

TABLA 69: PRUEBA DE NORMALIDAD A 7 DÍAS SIKATARD PE.....	97
TABLA 70: PRUEBA DE NORMALIDAD A 28 DÍAS SIKATARD PE.....	97
TABLA 71: CONFIABILIDAD DE LOS DATOS SIKARETARDER PE A 3 DÍAS .....	98
TABLA 72: CONFIABILIDAD DE LOS DATOS SIKARETARDER PE A 7 DÍAS .....	98
TABLA 73: CONFIABILIDAD DE LOS DATOS SIKARETARDER PE A 28 DÍAS .....	98
TABLA 74: CONFIABILIDAD DE LOS DATOS SIKATARD PE A 3 DÍAS.....	99
TABLA 75: CONFIABILIDAD DE LOS DATOS SIKATARD PE A 7 DÍAS.....	99
TABLA 76: CONFIABILIDAD DE LOS DATOS SIKATARD PE A 28 DÍAS.....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

IMAGEN 1: CANTIDAD DE AGUA EN LA MEZCLA .....	37
IMAGEN 2: RELACIÓN AGUA-CEMENTO.....	38
IMAGEN 3: FACTOR PARA LE CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGREGADO .....	38
IMAGEN 4: GRAFICAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DE SIKARETARDER PE A DISTINTAS EDADES .....	43
IMAGEN 5: TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA MEZCLA CON SIKARETARDER PE EN MINUTOS .....	43
IMAGEN 6: REVENIMIENTO O SLUMP DEL DISEÑO DE MEZCLA CON SIKARETARDER PE .....	44
IMAGEN 7: GRAFICA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO CON SIKATARD PE .....	45
IMAGEN 8: REVENIMIENTO O SLUMP DE LA MEZCLA CON SIKATARD PE.....	48
IMAGEN 9: TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE LA MEZCLA CON SIKATARD PE EN MINUTOS.....	49
IMAGEN 10 : CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO .....	63
IMAGEN 11: CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO .....	63
IMAGEN 12: GRAFICA DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL +0.10% SIKARETARDER PE.....	65
IMAGEN 13: GRAFICA DEL TIEMPO DE FRAGUA INICIAL Y FINAL +0.15 % SIKARETARDER PE .....	73
IMAGEN 14: GRAFICA DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL + 0.20% SIKARETARDER PE.....	74
IMAGEN 15: GRAFICA DEL TIEMPO FRAGUADO INICIAL Y FINAL +0.25% SIKARETARDER PE .....	75
IMAGEN 16: GRAFICA DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL +0.30% SIKARETARDER PE .....	76
IMAGEN 17: GRAFICA DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL +0.35% SIKARETARDER PE .....	77
IMAGEN 18: GRAFICA DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL +0.10 SIKATARD PE .....	78
IMAGEN 19: GRAFICA DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL+0.15% SIKATARD PE .....	79
IMAGEN 20: GRAFICA DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL +0.20% SIKATARD PE.....	80
IMAGEN 21: GRAFICA DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL +0.25% SIKATARD PE.....	81
IMAGEN 22: GRAFICA DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL +0.30% SIKATARD PE.....	82
IMAGEN 23: GRAFICA DEL TIEMPO FRAGUADO INICIAL Y FINAL +0.35% SIKATARD PE.....	83
IMAGEN 24: GRANULOMETRÍA .....	100
IMAGEN 25: JUEGO DE TAMICES.....	100
IMAGEN 26:PESO SSS .....	100
IMAGEN 27: PESO UNITARIO .....	100
IMAGEN 29: SLUMP .....	101
IMAGEN 28: ELABORACIÓN DEL CONCRETO.....	101
IMAGEN 31: ROTURA DE PROBETAS.....	101
IMAGEN 30: TIEMPO DE FRAGUADO AGUJA 1.....	101
IMAGEN 32: TIEMPO DE FRAGUADO .....	102
IMAGEN 33: FICHA TECNICA SIKATARD .....	103
IMAGEN 34: FICHA TECNICA SIKA RETARDER .....	104

## ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1: CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	28
ECUACIÓN 2: PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS .....	34
ECUACIÓN 3: PESO ESPECÍFICO DE MASA.....	36
ECUACIÓN 4: PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO .....	36
ECUACIÓN 5: PESO ESPECIFICO APARENTE .....	36
ECUACIÓN 6: % ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS.....	36

## RESUMEN

La presente tesis se llevó a cabo en la ciudad de Trujillo, departamento de La Libertad. El fin de esta investigación fue hacer mejoras en las propiedades físicas y mecánicas del concreto como la resistencia a la compresión, tiempo de fraguado y asentamiento, ya que actualmente el auge constructivo a nivel mundial trae nuevos retos y problemas que solucionar. Para lograr el objetivo de la presente investigación se dispuso adicionar al concreto, aditivos ASTM C494 tipo B, ya que estos aditivos cumplen la función de retardantes de fragua. La tesis se justificó, debido a la demanda de compensar los efectos de aceleramiento de fraguado y a la vez obtener mayor resistencia a la compresión, obteniendo también mayor trabajabilidad sin variación significativa del costo de producción del concreto.

Esta tesis es netamente una investigación experimental, ya que se tuvo que observar en laboratorio los efectos en las propiedades del concreto al adicionar aditivos ASTM C494 tipo B en diferentes porcentajes. La metodología se basó en la caracterización de los agregados, diseño de mezcla (ACI-211), ensayo de asentamiento (NTP 339.035), de fragua (NTP 339.082) y resistencia a la compresión (NTP 339.034). Se utilizó el cemento tipo I, agregado grueso de tamaño máximo nominal  $\frac{1}{2}$ ", agregado fino de módulo de finura 2.79, relación agua/cemento 0.55, se agregó a la mezcla del concreto los aditivos tipo B; Sika Retarder PE y SikaTard PE en proporciones de 0.1%, 0.15%, 0.20%, 0.25%, 0.30% y 0.35% respecto al peso del cemento. Las pruebas de compresión se realizaron en probetas de 4" y 8" de diámetro de altura, se ensayaron a 3,7 y 28 días, hasta el día de su ruptura permanecieron en la poza de curado. Para el registro de resultados, se tomaron notas en



fichas de recolección de cada ensayo en plantillas de Excel (asentamiento, resistencia a la compresión y tiempo de fraguado).

Se concluyó que el porcentaje óptimo del aditivo Sika Retarder PE es de 0.30 y 0.25% para el de SikaTard PE respecto al peso del cemento para mejorar y optimizar las propiedades de asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión. Se observó que ambos influyeron en retardar el tiempo de fraguado, con el Sika Retarder PE la resistencia a la compresión a edad de 28 días tuvo aumento de 15,85%, mientras que con el SikaTard PE la resistencia a la compresión a edad de 28 días tuvo aumento de 7.39% con respecto a la probeta patrón.

**Palabras clave:** ASTM C494 tipo B, resistencia a la compresión, tiempo de fraguado

## ABSTRACT

This thesis was carried out in the city of Trujillo, department of La Libertad. The purpose of this research was to make improvements in the physical and mechanical properties of concrete such as compressive strength, setting time and settlement, since currently the construction boom worldwide brings new challenges and problems to solve. To achieve the objective of this research, it was decided to add ASTM C494 type B additives to the concrete, since these additives fulfill the function of setting retardants. The thesis was justified, due to the demand to compensate the effects of acceleration of setting and at the same time obtain greater resistance to compression, also obtaining greater workability without significant variation in the cost of concrete production.

This thesis is purely an experimental investigation, since the effects on concrete properties had to be observed in the laboratory when adding ASTM C494 type B additives in different percentages. The methodology was based on the characterization of the aggregates, mix design (ACI-211), settlement test (NTP 339.035), forge (NTP 339.082) and compressive strength (NTP 339.034). Type I cement was used, coarse aggregate of nominal maximum size  $\frac{1}{2}$  ", fine aggregate with a fineness modulus 2.79, water / cement ratio 0.55, type B additives were added to the concrete mix; Sika Retarder PE and SikaTard PE in proportions of 0.1%, 0.15, %, 0.20%, 0.25%, 0.30% and 0.35% with respect to the weight of the cement. The compression tests were carried out on 4 "and 8" diameter high specimens, tested at 3.7 and 28 days, until the day of their rupture they remained in the curing pool. For the recording of results, notes were taken on collection sheets of each test in Excel templates (settlement, compressive strength and setting time).

It was concluded that the optimum percentage of the Sika Retarder PE additive is 0.30% and 0.25% for that of SikaTard PE with respect to the weight of the cement to improve and optimize the settlement properties, setting time and resistance to compression. It was observed that both had an influence in delaying the setting time, with Sika Retarder PE the compressive strength at the age of 28 days had an increase of 15.85%, while with the SikaTard PE the compressive strength at age 28 days had an increase of 7.39% with respect to the standard specimen

**Keywords:** ASTM C494 Type B, Compressive Strength, Set Time

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

### Bibliografía

Norma Técnica Peruana, 339.033. (2015). *Hormigón*. Lima

Norma Técnica Peruana, 339.034 (2008) *Hormigón*. Lima

Norma Técnica Peruana, 339.082 (2011). *Método de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración*. Lima

Norma Técnica Peruana, 339.216 (2007). *Hormigón*. Lima

Norma Técnica Peruana ,400.021 (2013). *Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa y absorcion del agregado grueso*. Lima

Norma Técnica Peruana, 400.022. (2013). *Agregados. Metodo de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa y absorcion del agregado fino*. Lima

Norma Técnica Peruana, 400.043. (2006). *Practica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño ensayo*. Lima

Alcalde, A., & Alcalde, J. (2019). *Análisis comparativo de las principales propiedades mecánicas de un concreto patrón con aditivo natural (azúcar) y con aditivo Chemaplast*. Trujillo (Perú).

Aponte, E. (2017). *Influencia de un aditivo retardante de fragua en el comportamiento mecánico de concreto  $F'c=250 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Jaén*. Jaén (Perú).

ARQHYS. (13 de Septiembre de 2019). *Retardantes para concreto*. Obtenido de <https://www.arqhys.com/construcciones/retardantes-para-concreto.html>

ASTMc494. (2017). *Aditivos químicos para el concreto*.

Avaréz, J. (2017). *Azúcar como aditivo retardante y modificador de resistencia para mezclas de concreto*. Guatemala.

Capeco. (2018). 90% de la edificación en Trujillo es de uso residencial. *Construcción e Industria*.

Mego Delgado, J. C. (2019). *evaluación del efecto retardante del aditivo sika retarder pe y el azúcar blanca, en elemento columna para un concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , en Lima 2019*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.

Montoya, Y., & Cadavid, A. (2009). *Comportamiento mecánico y de fraguado de morteros de cemento Portland gris tipo III con aditivos*. Medellín(Colombia).

Nataly, V., & Yanira, V. (2017). *Análisis comparativo de los tiempos de fraguado y resistencia de un concreto  $F'C 210 \text{ kg/cm}^2$  del cemento Pacasmayo y Qhuna*. Trujillo.

Ochoa, J. (2009). *Uso del licor de plantas agaváceas como aditivo en morteros y hormigones*. Valencia (España).